
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2004/2005

Oktober 2004

EEE 350 – SISTEM KAWALAN

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** muka surat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

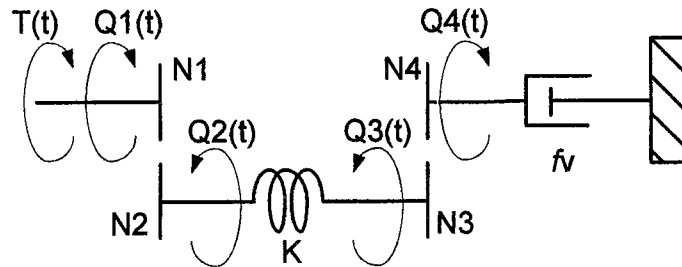
Jawab **LIMA (5)** soalan.

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Cari fungsi pindah $G(s)=Q_4(s)/T(s)$ untuk sistem pusingan yang ditunjukkan di dalam Rajah 1a.

Find the transfer function $G(s)=Q_4(s)/T(s)$ for the rotational system shown in Figure 1a.



Rajah 1a
Figure 1a

di mana :

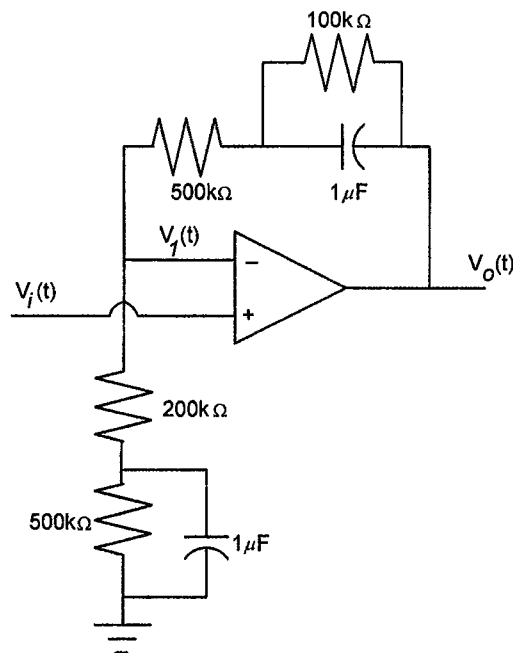
where: $N_1 = 25$, $N_2 = 100$, $N_3 = 20$, $N_4 = 100$, $K = 1 \text{ N-m/rad}$, $f_v = 25 \text{ N-m-s/rad}$

(10 markah)

- (b) Cari fungsi pindah $G(s)=V_o(s)/V_i(s)$ untuk litar penguat kendalian yang ditunjukkan di dalam Rajah 1b.

Find the transfer function $G(s)=V_o(s)/V_i(s)$ for the operational amplifier circuit shown in Figure 1b.

(10 markah)



Rajah 1b

Figure 1b

2. (a) Persamaan kebezaan di bawah merujuk kepada beberapa sistem bersama dengan nilai awalan mereka. Selesaikan persamaan tersebut menggunakan cara klasikal. Bezakan antara sambutan paksa dan sambutan bebas sistem tersebut.

The differential equations below describe some system along with their initial conditions. Solve the differential equations using classical method and differentiate the forced and free response of the system.

(i)

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2 \frac{dx}{dt} + 2x = \sin 2t$$

di mana :

where : $x(0) = 2$

$$\frac{dx}{dt}(0) = -3$$

(5 markah)

(ii)

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\frac{dx}{dt} + x = 5e^{-2t} + t$$

di mana :

where : $x(0) = 2$

$$\frac{dx}{dt}(0) = 1$$

(5 markah)

- (b) Selesaikan yang di atas di dalam (a) menggunakan penjelmaan Laplace.
Solve the above in (a) using Laplace Transform.

(4 markah)

- (c) Tuliskan persamaan-persamaan kebezaan untuk fungsi-fungsi pindah berikut :
Write the corresponding differential equations for the given transfer functions:

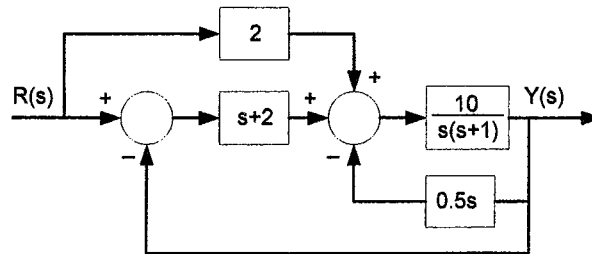
(i) $\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{10}{(s+7)(s+8)}$ (3 markah)

(ii) $\frac{X(s)}{F(s)} = \frac{s+2}{s^3 + 8s^2 + 9s + 15}$ (3 markah)

3. (a) Sila rujuk kepada gambarajah sebuah sistem kawalan suap-balik yang ditunjukkan dalam Rajah 3a. Cari fungsi pindah $Y(s)/R(s)$.

Refer to the block diagram in Figure 3a of a feedback control system. Find the transfer function $Y(s)/R(s)$.

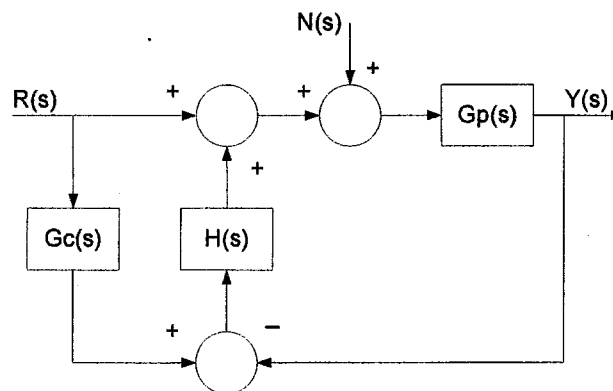
(6 markah)



Rajah 3a.
Figure 3a

- (b) Rajah 3b menunjukkan sebuah rajah blok suatu sistem kawalan dengan suap-balik bersyarat. Fungsi pindah, $G_p(s)$, merujuk kepada proses yang dikawal. $G_c(s)$ dan $H(s)$ adalah fungsi-fungsi pindah pengawal.

Figure 3b shows the block diagram of a control system with conditional feedback. The transfer function, $G_p(s)$, denotes the controlled process. $G_c(s)$ and $H(s)$ are the controller transfer functions.



Rajah 3b
Figure 3b.

...6/-

- (i) Dapatkan fungsi pindah $\frac{Y(s)}{R(s)} \Big|_{N=0}$

Derive the transfer functions

(5 markah)

- (ii) Terbitkan fungsi pindah $\frac{Y(s)}{N(s)} \Big|_{R=0}$

Derive the transfer functions

(5 markah)

- (iii) Cari $\frac{Y(s)}{N(s)} \Big|_{R=0}$ apabila $G_c(s) = G_p(s)$.

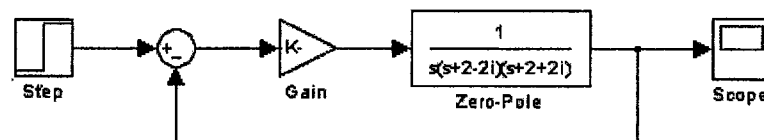
Find $\frac{Y(s)}{N(s)} \Big|_{R=0}$ when $G_c(s) = G_p(s)$.

(4 markah)

4. (a) Rajah 4 di bawah menggambarkan suatu sistem kawalan suap-balik tunggal yang dilaksanakan dalam Simulink. Tuliskan kutub dan sifar sistem yang terhingga dan tak terhingga.

The Figure 4 below shows a unity feedback control system being implemented in Simulink. Write the system's finite and infinite poles and zeros.

(4 markah)



Rajah 4.
Figure 4.

- (b) Lakarkan londa punca sistem di atas menunjukkan kutub dan sifarnya, titik masuk/putus serta asimtotnya, sekiranya ia wujud.

Draw the root locus of the system showing the zeros and poles of the system, its break-in/break-away points as well as the asymptotes if they exist.

(8 markah)

- (c) Tentukan juga tahap di mana sistem ini menjadi tidak stabil, jika boleh, dengan mengubah nilai K . Berikan sebab anda. Anda juga boleh menggunakan apa-apa cara untuk menentukan kestabilan sistem tersebut.

Determine the point at which the system goes into instability, if possible, by varying the gain K . Justify your answer. You may use other methods to determine the system stability if need so.

(8 markah)

5. (a) Terangkan, dengan menggunakan apa-apa rajah, mengapa kutub yang berada di sebelah kanan satah-s akan mengakibatkan sistem yang tidak stabil.

Explain, with the aid of any diagrams or figures, why do poles in the right hand side of the s -plane would result in an unstable system.

(4 markah)

- (b) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan konsep 'insignificant poles' dan 'dominant poles'. Bagaimana kedua-duanya mempengaruhi sambutan masa sesebuah sistem?

Explain the concept of insignificant and dominant poles. What effects do they have on the time response of a system.

(4 markah)

- (c) Berikut diberi fungsi pindah laluan ke depan satu sistem kawalan suap-balik unit:
Given the forward-path transfer function of a unity feedback control system:

$$G(s) = \frac{K}{s(s+10)(s+20)}$$

Lakarkan londa punca sistem berkenaan yang diletakkan di dalam sistem suap-balik tunggal gelung tertutup. Gunakan kriteria Routh-Hurwitz untuk menentukan kestabilan sistem gelung-tertutup sebagai fungsi K . Tentukan nilai K yang akan mengakibatkan keluaran sistem menjadi ayunan beramplitud tetap. Tentukan frekuensi ayunan tersebut.

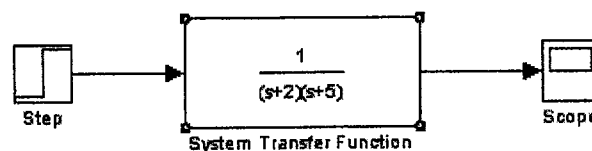
Sketch the system's root locus if it was put in a unity feedback closed loop system. Apply Routh-Hurwitz criterion to determine the stability of the closed-loop system as a function of K . Determine the value of K that will cause sustained constant-amplitude oscillation in the system. Determine the frequency of the oscillation.

(12 markah)

6. (a) Untuk Rajah 6 dibawah, lakarkan kutub-kutub sistem di dalam satah-s. Ramalkan jenis sambutan sistem yang akan dilihat, serta cari keluaran keadaan mantap bagi sistem tersebut. Nyatakan sama ada terdapat ralat keadaan mantap serta cari nilainya.

For the diagram in Figure 6, sketch the poles of the system on the s-plane. Predict the type of response expected and compute the steady-state output of the system. State whether any steady-state error occurs, and compute its value.

(8 markah)



Rajah 6.
 Figure 6.

...9/-

- (b) Sekiranya sistem di atas dilaksanakan di dalam kawalan gelung tertutup suap-balik tunggal, ramalkan sama ada akan terdapat ralat keadaan mantap dan cari nilainya. Cadangkan sejenis pengawal yang boleh menghilangkan ralat tersebut dan lakarkan bagaimana pengawal ini boleh dilaksanakan di dalam skema tersebut.

If the system is implemented in a unity feedback closed loop configuration, predict whether any steady-state error occurs, and compute this value. Suggest a type of controller to eliminate this problem and sketch how you would implement it in your control loop.

(8 markah)

- (c) Gunakan teorem nilai akhir untuk membuktikan bahawa pengawal yang telah anda pilih dapat mendorong ralat keadaan mantap di dalam (b) kepada sifar.

Use final-value theorem to prove that this type of controller that you have chosen will drive the steady-state error in (b) to zero.

(4 markah)